

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-036541
 (43)Date of publication of application : 05.02.2002

(51)Int.Cl.

B41J 2/045
 B41J 2/055
 B06B 1/02
 B41J 2/16

(21)Application number : 2000-219803

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 19.07.2000

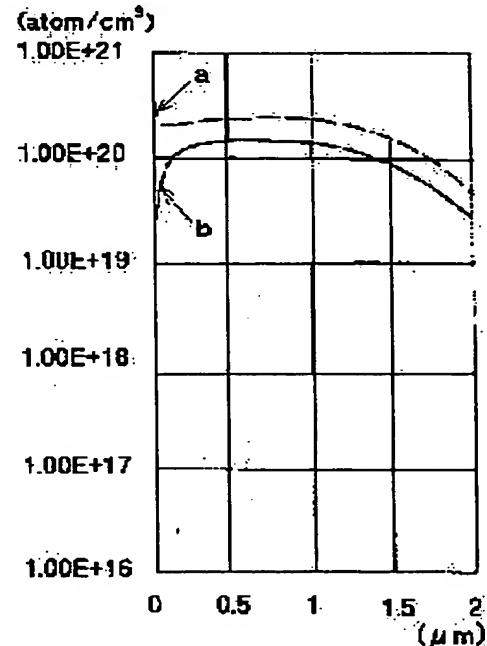
(72)Inventor : YAMANAKA KUNIHIRO
 HASHIMOTO KENICHIRO
 KOBATA YASUTAROU

(54) LIQUID JET HEAD AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid jet head wherein a diaphragm can be driven by a low voltage and the durability is improved.

SOLUTION: The diaphragm is formed of a silicon layer having a high concentration P type impurity and the peak concentration of the P type impurity is set in the inner section of the diaphragm in the depth direction of the diaphragm. It is preferable that the diaphragm has a concentration inclination of the P type impurity that becomes lower as it goes toward the liquid chamber and a concentration inclination thereof that becomes lower as it goes toward the opposite the liquid chamber.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.11.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(51)Int.Cl.⁷

B 4 1 J 2/045
2/055
B 0 6 B 1/02
B 4 1 J 2/16

識別記号

F I

B 0 6 B 1/02
B 4 1 J 3/04

マーク(参考)

K 2 C 0 5 7
1 0 3 A 5 D 1 0 7
1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全8頁)

(21)出願番号

特願2000-219803(P2000-219803)

(22)出願日

平成12年7月19日(2000.7.19)

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 山中 邦裕

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72)発明者 橋本 憲一郎

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(74)代理人 230100631

弁護士 稲元 富保

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液滴吐出ヘッド及びその製造方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 振動板の低電圧駆動化および耐久性を向上した液滴吐出ヘッドの提供。

【解決手段】 振動板を高濃度のP型不純物シリコン層で形成し、振動板の厚さ方向で振動板内部に高濃度P型不純物のピーク濃度を持たせた。ここで振動板は、振動板の厚さ方向で、液室方向および液室と逆方向に向かって、それぞれ、低濃度になるP型不純物の濃度勾配を有していることが好ましい。

(atom/cm³)

1.00E+21

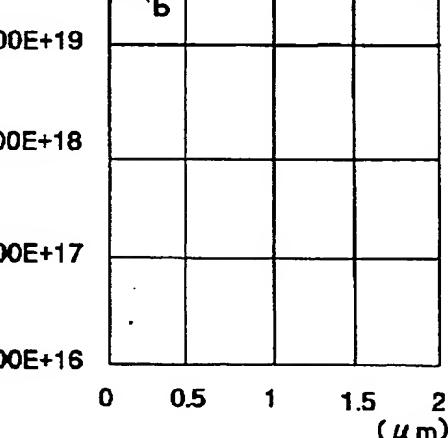
1.00E+20

1.00E+19

1.00E+18

1.00E+17

1.00E+16



【特許請求の範囲】

【請求項1】 液滴を吐出するノズルと、前記ノズルが連通する液室と、この液室の壁面を形成する振動板と、この振動板を変位変形をさせることで前記ノズルから液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板が高濃度のP型不純物シリコン層からなり、振動板の厚さ方向で振動板内部に前記P型不純物のピーク濃度を有していることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項2】 請求項1に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板は、振動板の厚さ方向で、液室方向及び液室と逆方向に向かって、それぞれ、低濃度になる前記P型不純物の濃度勾配を有していることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板の液室と反対側表面のP型不純物濃度が $1 * 10^{-2}$ (atom/cm³) を越えないことを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板の液室側表面の前記P型不純物の濃度と液室と反対側表面の前記P型不純物濃度との差が $1 * 10^{-2}$ (atom/cm³) を越えないことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項5】 請求項4に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板の液室側表面の前記P型不純物の濃度と液室と反対側表面の前記P型不純物濃度との差が $3 * 10^{-19}$ (atom/cm³) を越えないことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記高濃度P型不純物が高濃度ボロンであることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項7】 請求項1乃至6のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板と対向する電極を有し、前記振動板を静電力で変形変位させて前記液滴を吐出させることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項8】 請求項1乃至7のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドを製造する方法であって、シリコン基板にボロンを拡散した後、ボロン拡散層の表面を酸化することを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項9】 請求項8に記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、シリコン基板にボロンを拡散した後、ボロン拡散層の表面を研磨処理し、次いでこのボロン拡散層の表面を酸化することを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は液滴吐出ヘッド及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 プリンタ、ファクシミリ、複写装置等の画像記録装置或いは画像形成装置として用いるインクジ

エット記録装置において使用する液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドとしては、インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する液室（加圧液室、圧力室、吐出室、インク流路等とも称される。）と、液室内のインクを加圧する圧力を発生する圧力発生手段とを備えて、圧力発生手段で発生した圧力で液室インクを加圧することによってノズルからインク滴を吐出させる。

【0003】 従来のインクジェットヘッドとしては、圧電素子を用いて液室の壁面を形成している振動板を変形変位させることでインク滴を吐出させるピエゾ型のもの、液室内に配設した発熱抵抗体を用いてインクの膜沸騰でバブルを発生させてインク滴を吐出させるバブル型のもの、液室の壁面を形成する振動板（又はこれと一体の電極）と電極を用いて静電力で振動板を変形変位させることでインク滴を吐出させる静電型のものなどがある。

【0004】 上述したピエゾ型あるいは静電型のように振動板を用いるインクジェットヘッドにあっては、振動板の機械的変位特性はインク滴吐出特性に大きく影響し、振動板の薄膜化、高精度化が必要になる。

【0005】 そこで、従来のインクジェットヘッドにおいては、特開平6-23986号公報、特開平6-71882号公報あるいは特開平9-267479公報などに記載されているように、振動板を形成するシリコン基板にボロンを拡散した高濃度ボロン拡散層を形成し、このシリコン基板を異方性エッチングすることにより、高濃度ボロン拡散層でエッチングストップすることから、高濃度ボロン拡散層による振動板を形成するようしている。

【0006】 このように、シリコン基板に振動板となる高濃度ボロン層を形成する方法としては、板状の拡散源（BNやB₂O₃）を用いた固体拡散法、B₂O₃を拡散する気相拡散法又はボロンを高エネルギーで注入するイオン注入法或いはB₂O₃を有機溶媒に分散させウエハ上にスピンドルトする塗布拡散法などが知られている。

【0007】 【発明が解決しようとする課題】 ところが、上述した固体拡散法、気相拡散法及び塗布拡散法にあっては、シリコン基板の表面（電極表面と対向することになる面）からボロンを拡散するので、振動板を形成したときに振動板の厚さ方向では液室と反対側の表面に高濃度領域（ピーク濃度領域）が発生し易くなる。また、イオン注入法にあっても、振動板の厚さや装置上のスペースに制限があるので、同様に、液室と反対側の表面にピーク濃度領域ができやすい。

【0008】 ところで、ボロンドープ層は、ボロン濃度が高くなればなる程、引張り応力が強くなるため、上述したようにピーク濃度領域が液室と反対側表面に位置していると、振動板には液室側に凸状に反らうとする力が作用することとなる。

【0009】このように、従来のインクジェットヘッドにあっては、振動板に液室側に反らす方向で作用する引張り応力がかかるため、振動板を電極側に所定量変位させるための駆動電圧が高くなり、また、応力に逆らって変形させることから振動板の耐久性（繰り返し振動特性）が低くなるという課題がある。

【0010】本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、振動板の耐久性を向上して、信頼性を向上した液滴吐出ヘッドを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明に係る液滴吐出ヘッドは、振動板が高濃度のP型不純物シリコン層からなり、振動板の厚さ方向で振動板内部にP型不純物のピーク濃度を有している構成としたものである。

【0012】ここで、振動板は、振動板の厚さ方向で、液室方向及び液室と逆方向に向かって、それぞれ、低濃度になるP型不純物の濃度勾配を有していることが好ましい。また、振動板の液室と反対側の表面のP型不純物濃度が $1 * 10^{20}$ (atom/cm³) を越えないことが好ましい。

【0013】さらに、振動板の液室側表面の前記P型不純物の濃度と液室と反対側表面のP型不純物濃度との差が $1 * 10^{20}$ (atom/cm³) を越えないことが好ましい。この場合、振動板の液室側表面の前記P型不純物の濃度と液室と反対側表面のP型不純物濃度との差が $3 * 10^{19}$ (atom/cm³) を越えないことがより好ましい。さらにまた、高濃度P型不純物としては高濃度ボロンを用いることができる。また、液滴吐出ヘッドとしては、振動板と対向する電極を有し、振動板を静電力で変形変位させて液滴を吐出させるものであることが好ましい。

【0014】本発明に係る液滴吐出ヘッドの製造方法は、本発明に係る液滴吐出ヘッドの製造方法であって、シリコン基板にボロンを拡散した後、ボロン拡散層の表面を酸化する構成としたものである。ここで、シリコン基板にボロンを拡散した後、ボロン拡散層の表面を研磨処理し、次いでこのボロン拡散層の表面を酸化することが好ましい。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明を適用した静電型インクジェットヘッドの分解斜視説明図、図2は同ヘッドの透過状態で示す上面説明図、図3は同ヘッドの液室長辺方向に沿う模式的断面説明図、図4は同ヘッドの液室短辺方向に沿う模式的断面説明図である。

【0016】このインクジェットヘッドは、第一基板である振動板/液室基板1と、振動板/液室基板1の下側に設けた第二基板である電極基板3と、振動板/液室基板1の上側に設けた第三基板であるノズル板4とを重ね

て接合した積層構造体であり、これらにより、複数のノズル5、各ノズル5が連通するインク流路である液室6、液室6に液体抵抗部7を介して連通する共通インク室8などを形成している。

【0017】振動板/液室基板1には、液室6及びこの液室6の底部となる壁面を形成する振動板10、各液室6を隔てる隔壁11を形成する凹部、共通インク室8を形成する凹部などを形成している。この振動板/液室基板1は、シリコン基板に振動板となる厚み(深度)に高濃度不純物であるボロンを拡散し、この高濃度ボロンドープ層をエッチングストップ層として異方性エッチングを行うことにより液室6となる凹部等を形成するときに所望の厚さの振動板5を得たものである。なお、高濃度P型不純物としては、ボロンの他、ガリウム、アルミニウム等も用いることができる。

【0018】なお、振動板/液室基板1の全面には、インクジェット駆動時に絶縁破壊やショートが起こるのを防止するため熱酸化により $0.1\mu\text{m}$ のSiO₂などの絶縁膜を成膜している。

【0019】電極基板3には、凹部14を形成して、この凹部14の底面に振動板10に所定のギャップ16を置いて対向する電極15を形成し、この電極15と振動板10によって、振動板15を変位させて液室6の内容積を変化させるアクチュエータ部を構成している。この電極基板3の電極15上には振動板10との接触によって電極15が破損するのを防止するため、例えば $0.1\mu\text{m}$ 厚のSiO₂などの絶縁層17を成膜している。なお、電極15を電極基板3の端部付近まで延設して外部駆動回路と接続手段を介して接続するための電極パッド部15aを形成している。

【0020】この電極基板3は、ガラス基板、または表面に熱酸化膜3aを形成したSi基板上に、HF水溶液などでエッチングにより凹部14を形成し、この凹部14に窒化チタンなどの高耐熱性を有する電極材料をスパッタ、CVD、蒸着などの成膜技術で所望の厚さに成膜し、その後、フォトレジストを形成してエッチングすることにより、凹部14にのみ電極15を形成したものである。この電極基板3と振動板/液室基板1とは陽極接合、直接接合などのプロセスで接合している。

【0021】ここでは、電極15は、シリコン基板にエッチングで形成した深さ $0.3\mu\text{m}$ の凹部14内に窒化チタンを $0.1\mu\text{m}$ の厚さにスパッタし形成している。したがって、このヘッドにおいては、電極基板3と振動板/液室基板1とを接合した後のギャップ16の長さ(振動板10と電極15との間隔)は、 $0.2\mu\text{m}$ となっている。

【0022】また、ノズル板4は、厚さ $50\mu\text{m}$ のステンレス材(SUS)を用いて、ノズル5、液体抵抗部7及び共通インク液室へ外部からインクを供給するためのインク供給口19を形成している。

【0023】次に本発明に係るインクジェットヘッドの製造工程の第1実施形態について図5及び図6をも参照して説明する。まず、図5(a)に示すような結晶面方位(110)の厚さ500μmのSi基板20を用いて、このSi基板20の表面に固体拡散法によりボロンを拡散することにより、同図(b)に示すように高濃度ボロン拡散層21aを形成する。

【0024】より具体的には、Si基板20と固体拡散源(BNやB₂O₃)を対向させて750℃の温度の炉の中にセットする。この炉の中には0.25%の酸素を混入して窒素を流した状態にしておく。そして、その炉の温度を7℃/分のレートで1150℃の温度まで上昇させ、その状態で50分間保持した後、同じく7℃/分のレートで750℃の温度まで下げるにより、同図(b)に示すように、高濃度ボロン拡散層21が形成される。

【0025】なお、この他BBr₃を用いた気相拡散法、ボロンを高エネルギーで注入するイオン注入法又はB₂O₃を有機溶媒に分散させウエハ上にスピンドルする塗布拡散法でも、高濃度ボロン拡散層21aを形成できる。

【0026】その後、Si基板20表面に形成されたB₂O₃層をフッ酸により除去することにより高濃度ボロンドープ層が形成される。

【0027】この段階で得られた高濃度ボロンドープ層21a(Si基板20表面から厚さ方向に2μmの範囲)は、図7に短破線aで示すように表面(液室側と反対側の表面)が濃度の最も高くなる濃度分布を有している。

【0028】そこで、次に、Si基板20表面を酸化することにより同図(c)に示すように酸化膜22を形成する。ここでは、酸化条件を、O₂ガス6sccm、H₂ガス9sccm、900℃-6.0分として約2000Åの厚さの酸化膜22を形成した。その後、同図(d)に示すようにSi基板20表面に形成した酸化膜22をフッ酸により除去することによりSi基板表面層が形成した。

【0029】このときSi基板20表面から酸化膜22によってボロンが吸い出されるので、Si基板20の表面をなす高濃度ボロン拡散層21は、図7に実線bで示すように、振動板厚さ方向で内部に高濃度ボロンのピーク濃度を有する濃度分布となる。

【0030】その後、ボロンの拡散により荒れている、Si基板20表面を直接接合できるようにするため、CMP(chemical-mechanical-polishing)によって表面粗さRa=0.5nm以下の表面性を有する高濃度ボロン拡散層21を得た。このCMPではSi基板20の最表層を1000Å以下の研磨量で面内均一に研磨できるので、高濃度ボロン拡散層21の変化は微量である。この場合、その研磨量を見込んで、ボロンを拡散させる拡

散条件とSi基板20表面を酸化させる酸化条件を決定すればよい。

【0031】次に、上述したようにして得られたシリコン基板20を図6(a)に示すように別途製作した電極基板3上に直接接合する。ここでは、減圧下でプリボンドされたものに温度900℃、1時間の熱処理を行って接合した。

【0032】そして、同図(b)に示すように、厚さ500μmのSi基板40の上部表面を研磨して、厚さ100μmにした後、同図(c)に示すように、接合された電極基板3とSi基板20の全面にLPCVDによりシリコン塗化膜24を成膜する。

【0033】次いで、Si基板20上に形成されたシリコン塗化膜24上にレジストをコーティングし、露光、現象を行って液室6及び共通インク室8などに対応するレジストパターンを形成する。このとき、電極基板3の電極15と液室6のレジストパターンとが一致するようにIR光によりアライメントする。次に、Si基板20上のシリコン塗化膜24をドライエッチにより除去し、レジストを除去することにより、同図(d)に示すように、シリコン塗化膜24のパターン25を形成する。

【0034】そして、KOH(10wt%)水溶液に浸し、Si基板20をエッティングすると、このときパテニアリングした側の開口部からエッティングが進みボロン濃度が1E20/cm³である深さに達した時、エッティングがストップ(エッチレートが極端に下がり)し、同図(e)に示すように液室6となる凹部と高濃度ボロンドープシリコン(高濃度ボロン拡散層21)からなる振動板10が形成される。これにノズル板4を接合することにより前述のようなインクジェットヘッドが得られる。

【0035】このインクジェットヘッドにおける振動板10は、上述したように振動板10の厚さ方向で図7に実線bで示すように振動板内部にピーク濃度を持ち、液室6側と液室6と反対側である電極15側に向かってそれぞれ低濃度になる高濃度ボロンの濃度勾配を有している。

【0036】したがって、振動板10に作用する高濃度ボロンによる引っ張り応力は振動板10の内部が最も強くなるので、振動板10を液室6側に凸状に反らせようとする力が緩和され、振動板10を電極15側に変形変位させるために必要な駆動電圧が低くなつて低電圧駆動が可能になり、しかも耐久性(繰り返し振動特性)も向上する。

【0037】そこで、振動板10の電極15側表面の高濃度ボロンの濃度(単位はatom/cm³)と耐久性についての評価試験を行った。

実施例1: KOH水溶液を用いた異方性エッティングにより、前述した製造方法を用いて、図8に実線bで示すように電極側表面濃度が1.00E+20の振動板を製作した。なお、同図は、図9に示すように振動板10の電

極15側表面を「 $0 \mu\text{m}$ 」として振動板厚さ方向に向かう濃度のプロフィルを示している（前述した図7も同様である。）。

【0038】実施例2：実施例1と同様にして、図8に一点鎖線cで示すように電極側表面濃度が $1 \text{E} 18$ の振動板を製作した。

実施例3：実施例1と同様にして、同図に二点鎖線dで示すように電極側表面濃度が $1.00 \text{E} + 19$ の振動板を製作した。

【0039】比較例1： KOH 水溶液を用いた異方性エッチングにより、従来と同様にして同図に短破線aで示すように電極側表面にピーク濃度がある振動板を製作した。

【0040】そして、これらの実施例1～3及び比較例1の各振動板を有するインクジェットヘッドを駆動周波数 10 kHz で駆動して、特性劣化を生じる駆動回数を測定することで、耐久性（繰り返し振動特性）を評価した。この結果を図10に示している。

【0041】同図から分かるように、比較例1では $1.0 * 10^9$ 回以下で特性劣化を生じたのに対し、実施例1のものでは $1.0 * 10^9$ 回以上 $5.0 * 10^9$ 回まで、実施例2のものでは $1.0 * 10^{10}$ 回以上、実施例3のものでは $5.0 * 10^9$ 回以上 $1.0 * 10^{10}$ 回までの駆動回数でも特性劣化を生じなかった。

【0042】したがって、電極15側表面の高濃度ボロンの濃度が $1 * 10^{10}$ を越えない濃度にすることで、振動板10の応力をより緩和することができて、低電圧駆動化、耐久性の向上を図れる。より好ましくは、電極15側表面の高濃度ボロン濃度の $8 * 10^{10}$ を越えない濃度にすることで、一層耐久性の向上を図ることができる。

【0043】次に、振動板10の液室6側表面の高濃度ボロンの濃度と電極15側表面の高濃度ボロンの濃度と関係についての評価試験を行った。

実施例4：EDP（エチレンジアミンピロカテコール）水溶液を用いた異方性エッチングにより、前述した製造方法を用いて、図11に実線bで示すように液室側表面濃度が電極側表面濃度に対して $1 \text{E} 20$ 以上高い振動板を製作した。

【0044】実施例5：実施例4と同様にして、同図に長破線cで示すように液室側表面濃度が電極側表面濃度に対して略 $3 \text{E} 19$ 高い振動板を製作した。

実施例6：実施例4と同様にして、同図に一点鎖線dで示すように液室側表面濃度と電極側表面濃度が略同じ振動板を製作した。

【0045】実施例7：実施例4と同様にして、同図に二点鎖線eで示すように液室側表面濃度に対して電極側表面濃度が略 $3 \text{E} 19$ 低い振動板を製作した。

実施例8：実施例4と同様にして、同図に長一点鎖線fで示すように液室側表面濃度に対して電極側表面濃度が

略 $1 \text{E} 20$ 低い振動板を製作した。

【0046】比較例2：EDP（エチレンジアミンピロカテコール）水溶液を用いた異方性エッチングにより、従来と同様にして同図に短破線aで示すように電極側表面にピーク濃度がある振動板を製作した。

【0047】そして、これらの実施例4～8及び比較例2の各振動板を有するインクジェットヘッドを駆動周波数 10 kHz で駆動して、特性劣化を生じる駆動回数を測定することで、耐久性（繰り返し振動特性）を評価した。この結果を図12に示している。

【0048】同図から分かるように、比較例2では $1.0 * 10^9$ 回以下で特性劣化を生じたのに対し、実施例4のものでは $1.0 * 10^9$ 回以上 $5.0 * 10^9$ 回まで、実施例5～7のものでは $1.0 * 10^{10}$ 回以上、実施例8のものでは $5.0 * 10^9$ 以上 $1.0 * 10^{10}$ 回までの駆動回数でも特性劣化を生じなかった。

【0049】したがって、振動板10の液室6側表面の高濃度ボロンの濃度と電極15側表面の高濃度ボロンの濃度との差が $1 * 10^{10}$ を越えないようにすることで耐久性が向上し、更に、その濃度の差を $3 * 10^{10}$ を越えないようにすることで更に耐久性が向上する。

【0050】次に、本発明に係るインクジェットヘッドの製造方法の第2実施形態における高濃度ボロン拡散層の形成工程について図13をも参照して説明する。この実施形態においては、同図(a)、(b)に示すように前述した図5(a)、(b)で説明したと同様な工程でシリコン基板20の表面に高濃度ボロン拡散層21aを形成した後、図13(c)に示すようにCMPによって高濃度ボロン拡散層21aの表面を研磨する。

【0051】その後、Si基板20表面を酸化することにより同図(d)に示すようにシリコン基板20表面に高濃度ボロン拡散層21表面を含めて酸化膜25を形成する。その後は、図6で説明したと同様の工程を経てインクジェットヘッドを製作できる。

【0052】すなわち、シリコン基板20に高濃度ボロンを拡散することにより B_2O_3 層が形成され、その B_2O_3 層の下にボロンとシリコンの化合物層が形成される。そのため、図5(c)に示すようにこの化合物層を酸化して得られる酸化膜22の表面性は粗く、振動板/液室基板1との直接接合が困難であり、また、この酸化膜22は B_2O_3 を含むために、絶縁耐圧が低く絶縁膜としては使用できないので、前述したように、酸化膜22を除去した後直接接合が可能なように研磨を行っている。

【0053】これに対して、この実施形態では、先ず、CMPによる研磨を行ってボロンとシリコンの化合物層を除去するので、直接接合が可能な表面性を持つシリコン面（高濃度ボロン拡散層21表面）を得ることができる。そして、このシリコン表面を酸化して得られる酸化膜26の表面性は表面粗さ $R_a = 0.5 \text{ nm}$ 以下である。

ので、酸化膜26を残したまま電極基板と直接接合することができるようになる。しかも、この酸化膜26はB₂O₃の含有量が少なく、絶縁耐圧が高く、かつ電極上に電荷が残留することを抑制するので、耐久性の向上とともに安定した駆動を行うことができる。

【0054】なお、上記各実施形態においては本発明を静電型インクジェットヘッドに適用した例で説明したが、ピエゾ型インクジェットヘッドにも同様に適用することができ、またインク滴を吐出するインクジェットヘッド以外にも、例えば液体レジストを吐出するための液滴吐出ヘッドなどにも同様に適用することができる。

【0055】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る液滴吐出ヘッドによれば、高濃度P型不純物シリコン層からなる振動板の厚さ方向で振動板内部に不純物のピーク濃度を有しているので、振動板の応力を緩和でき、低電圧駆動化及び耐久性（繰り返し振動特性）の向上を図ることができる。

【0056】ここで、振動板の厚さ方向で、液室方向及び液室と逆方向に向かって、それぞれ、低濃度になる濃度勾配を有しているので、振動板の応力を緩和でき、低電圧駆動化及び耐久性の向上を図ることができる。

【0057】また、振動板の液室と反対側の表面のP型不純物濃度が 1×10^{20} (atom/cm³) を越えないようにすることで、一層確実に振動板の応力を抑制でき、一層低電圧駆動化耐久性の向上を図れる。

【0058】さらに、振動板の液室側表面のP型不純物の濃度と液室と反対側表面のP型不純物濃度との差が 1×10^{20} (atom/cm³) を越えないようにすることで、さらに耐久性の向上を図れる。この場合、振動板の液室側表面のP型不純物（高濃度ボロン）の濃度と液室と反対側表面のP型不純物濃度との差が 3×10^{19} (atom/cm³) を越えないことで、一層耐久性を向上することができる。

【0059】このヘッドを振動板と対向する電極を有し、振動板を静電力で変形変位させて液滴を吐出させる構成にすることで、信頼性の高い、優れた静電型液滴吐出ヘッドを得ることができる。

【0060】本発明に係る液滴吐出ヘッドの製造方法に*

*よれば、シリコン基板にボロンを拡散した後、ボロン拡散層の表面を酸化するので、容易に本発明に係る液滴吐出ヘッドを得ることができる。この場合、また、シリコン基板にボロンを拡散した後、ボロン拡散層の表面を研磨処理し、次いでこのボロン拡散層の表面を酸化することで、信頼性の向上及び残留電荷の低減による安定駆動が可能な液滴吐出ヘッドを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した静電型インクジェットヘッドの分解斜視説明図

【図2】同ヘッドの透過状態で示す上面説明図

【図3】同ヘッドの液室長辺方向に沿う模式的断面説明図

【図4】同ヘッドの液室短辺方向に沿う模式的断面説明図

【図5】本発明を適用したインクジェットヘッドの製造方法の第1実施形態における高濃度ボロン拡散層の形成工程を説明する説明図

【図6】同第1実施形態におけるヘッドの製作工程を説明する説明図

【図7】図5(b)及び(e)の段階における高濃度ボロン拡散層の濃度分布図

【図8】振動板の電極側表面の高濃度ボロンの濃度と耐久性の評価試験の説明に供する濃度分布図

【図9】濃度分布図の説明に供する説明図

【図10】図8の各濃度分布を有する振動板の耐久性評価試験結果を説明する説明図

【図11】振動板の液室側表面の濃度と電極側表面の濃度との差と耐久性の評価試験の説明に供する濃度分布図

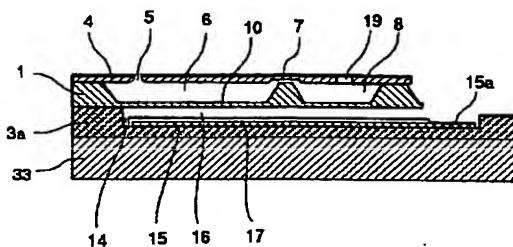
【図12】図11の各濃度分布を有する振動板の耐久性評価試験結果を説明する説明図

【図13】本発明を適用したインクジェットヘッドの製造方法の第2実施形態における高濃度ボロン拡散層の形成工程を説明する説明図

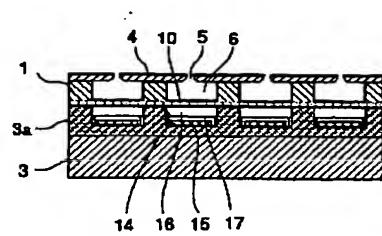
【符号の説明】

1…振動板／液室基板、3…電極基板、4…ノズル板、5…ノズル、6…液室、10…振動板、15…電極、20…S₁基板、21…高濃度ボロン拡散層、22、26…酸化膜、23…シリコン窒化膜。

【図3】



【図4】

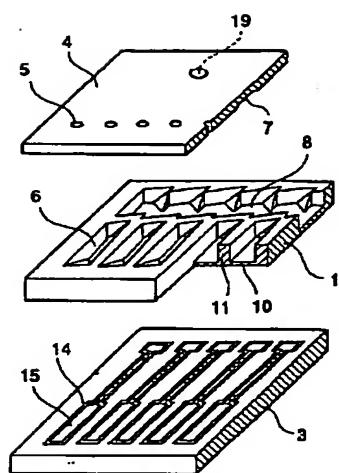


【図10】

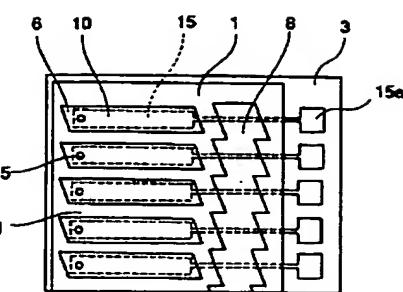
No.	耐久性
実施例1	△
実施例2	◎
実施例3	○
比較例1	×

*10kHz駆動
◎: 1.0×10^{20} 回以上
○: 5.0×10^{19} 回以上
△: 1.0×10^{20} 回以上
×: 1.0×10^{20} 回以下

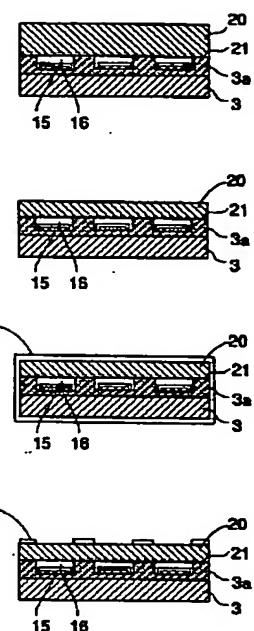
【図1】



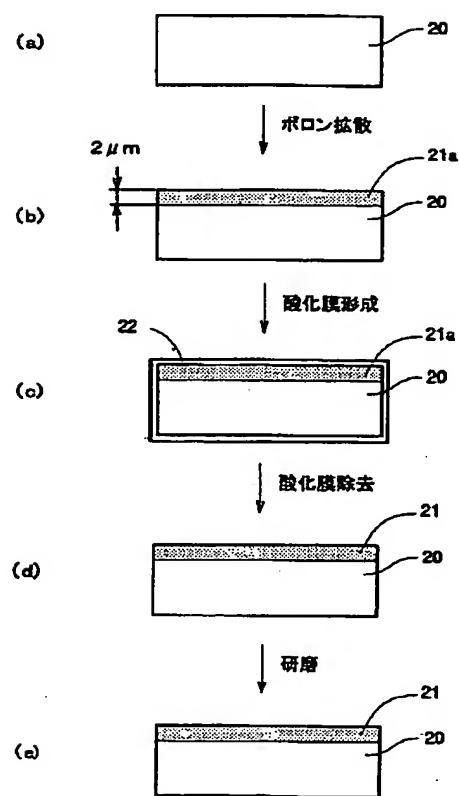
【図2】



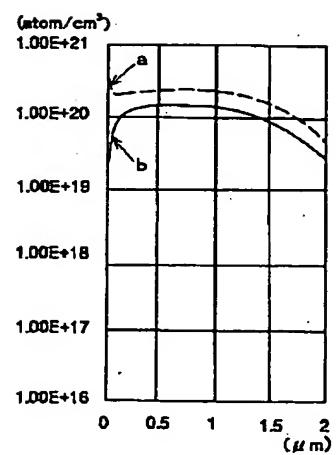
【図6】



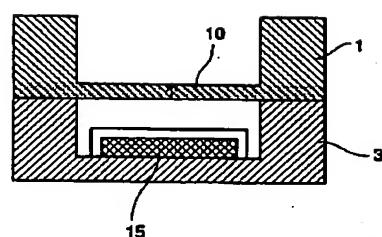
【図5】



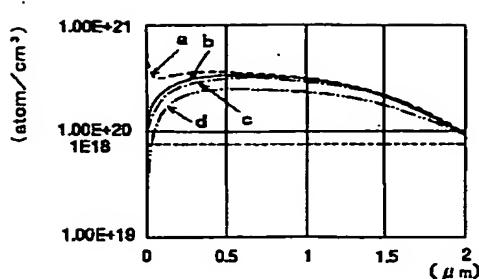
【図7】



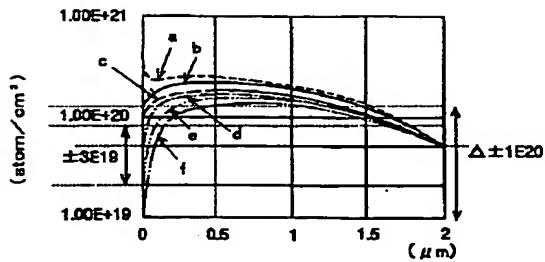
【図9】



【図8】



【図11】

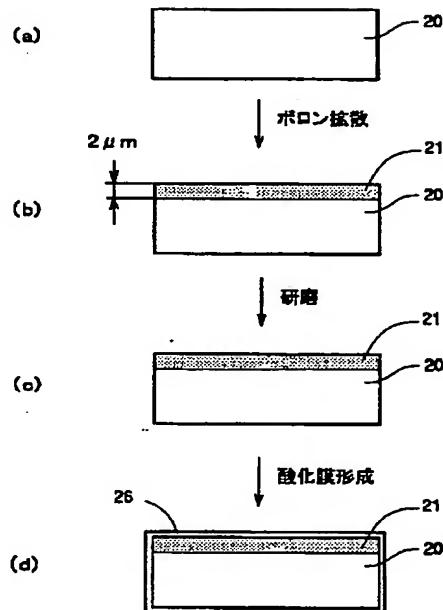


【図12】

No.	耐久性
実施例4	△
実施例5	◎
実施例6	◎
実施例7	◎
実施例8	○
比較例2	×

*10kHz駆動
 ◎: 1.0×10^9 回以上
 ○: 5.0×10^8 回以上
 △: 1.0×10^8 回以上
 ×: 1.0×10^7 回以下

【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 木幡 八州太郎
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内

Fターム(参考) 2C057 AF65 AG12 AG54 AG55 AP02
 AP11 AP22 AP56 AP58 BA04
 BA15
 5D107 AA09 BB20 CC01 CC10